УДК 517.977

А.А. Замула
Институт информатики и искусственного интеллекта
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина
Украина, 83050, г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 84

Нечеткая модель управления качеством банковских услуг

A.A. Zamula
Institute of Informatics and Artificial Intelligence
of Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine
Ukraine, 83050, c. Donetsk, B. Khmelnitskiy st., 84

The Fuzzy Model for Control of Banking Services Quality

А.О. Замула
Інститут інформатики і штучного інтелекту
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. Б. Хмельницького, 84

Нечітка модель управління якістю банківських послуг

В статье разработана модель нечеткого управления качеством банковских услуг как основного фактора конкурентоспособности финансового учреждения для дальнейшего использования и интеграции в модель интеллектуального управления банковской деятельностью.
Ключевые слова: банк, управление, нечеткая логика, моделирование.

In the paper, the fuzzy model for control of banking services quality as the main factor of competitiveness of the financial institution for further usage and integration into the model predictive control of banking activities was developed.
Key Words: bank, management, fuzzy logic, modeling.

У статті розроблена модель нечіткого управління якістю банківських послуг як основного фактора конкурентоздатності фінансової установи для подальшого використання та інтеграції у модель інтелектуального управління банківською діяльністю.
Ключові слова: банк, управління, нечітка логіка, моделювання.

Введение

Конкурентоспособность – одна из важных характеристик банка. Она выражает совокупную способность банковского учреждения выдержать конкуренцию с другими коммерческими банками на финансовом рынке, максимально удовлетворяя потребность клиентов и получая прибыль [1]. Одним из основных факторов формирования стратегических конкурентных преимуществ на кредитном рынке является предоставление услуг более высокого качества по сравнению с конкурентами.

Существующие подходы к оценке и анализу деятельности банков не соответствуют современным условиям, в результате чего количество финансовых кризисов значительно увеличилось за последнее десятилетие. Так как большинство банковских процессов слабо формализуемы, их невозможно описать строго математическими моделями.

В указанных условиях с помощью традиционных подходов трудно получить адекватную модель конкурентоспособности, поэтому актуальным является применение современных систем и средств искусственного интеллекта, а именно теории нечеткой логики.

Цель данной статьи – построение модели нечеткого управления качеством банковских услуг как основного фактора конкурентоспособности финансового учреждения для дальнейшего использования и интеграции в модель интеллектуального управления банковской деятельностью.

Постановка задачи

Представить в виде иерархического дерева факторы конкурентоспособности коммерческого банка, и, используя аппарат нечеткой логики, разработать модель управления качеством банковских услуг. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– определить факторы, влияющие на конкурентоспособность банка;
– разработать нечеткую модель управления качеством банковских услуг;
– реализовать разработанную модель на конкретном примере;
– оценить результаты и перспективы дальнейших исследований.

Построение нечеткой модели

Обозначим критерием конкурентоспособности коммерческого банка показатель C (competitiveness), $C\in[0,100]$. Чем больше значение этого критерия, тем выше лидирующие позиции банка на финансовом рынке, тем весомее занимаемая им доля рынка.

Основные показатели банковской деятельности, влияющие на конкурентоспособность, изменение которых невозможно описать с помощью четких математических функций, – это качественные показатели. Обозначим их через $X_1,\ldots, X_n$, тогда модель конкурентоспособности банка будет представлять функциональное отображение вида:

$$X=\{X_1,\ X_2,\ \ldots,\ X_n\}\rightarrow C\in[0,100].$$

При достаточно большом числе факторов их удобно представить в виде иерархического дерева (рис. 1).

Элементы дерева интерпретируются следующим образом:
– корень дерева – конкурентоспособность банка (C);
– терминальные вершины – частные влияющие факторы (X_i, i = 1...9);
– нетерминальные вершины – укрупненные влияющие факторы (Y_1,Y_2,Y_3,C).

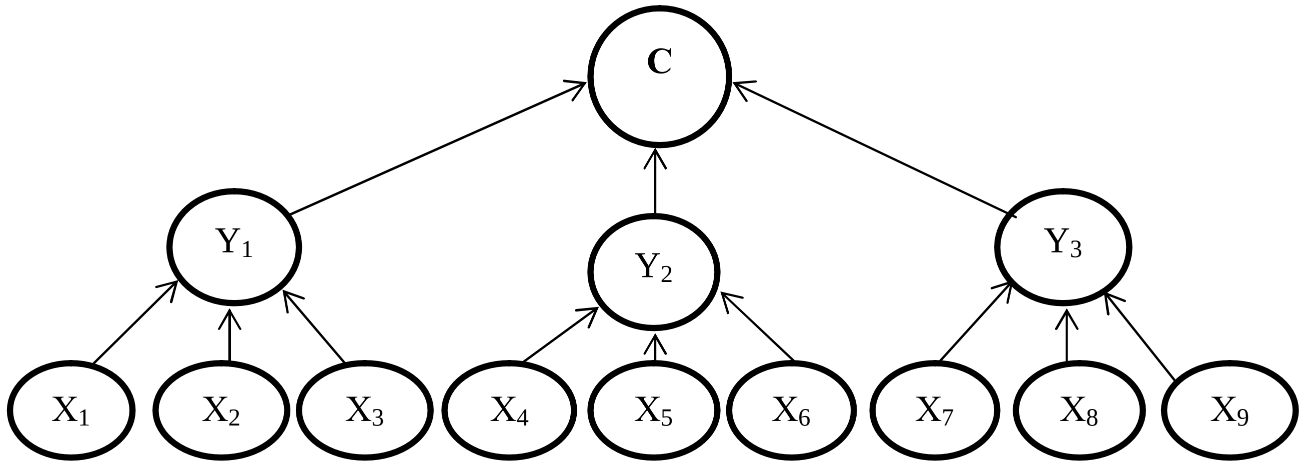


Рисунок 1 – Иерархическое дерево конкурентоспособности банка

Описание факторов приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Факторы модели

Условное обозначение	Описание
Y_1	Качество банковских услуг (БУ)
Y_2	Качество обслуживания
Y_3	Качество банковских информационных технологий (БИТ)
X_1	Ассортимент БУ (количество предоставляемых услуг)
X_2	Эксклюзивность БУ (количество уникальных услуг)
X_3	Стоимость БУ (усредненный процент комиссии за пользование БУ)
X_4	Квалификация персонала банка
X_5	Длительность финансовых отношений с клиентом
X_6	Разветвленность филиальной сети
X_7	Технологичность БИТ
X_8	Удобство эксплуатации БИТ
X_9	Функциональные возможности БИТ

Рассмотрим подробно процесс построения модели нечеткого управления качеством банковских услуг ($Y_1 \in [0,50]$). Модель будет представлять функциональное отображение вида:

$$X=\{X_1,\ X_2, X_3\} \rightarrow Y_1 \in [0,50],$$

где X – вектор влияющих факторов.

В качестве алгоритма нечеткого логического вывода используется алгоритм Мамдани [2].

На первом этапе формируется база правил систем нечеткого вывода. Была проведена генерация множества правил, исходя из возможных сочетаний нечетких высказываний в предпосылках и заключениях правил, в соответствии с которыми максимальное количество правил в базе определяется следующим отношением: $N = N_{x1} \cdot N_{x2} \cdot \ldots \cdot N_{xm} \cdot N_y$, где $N_{x1} \cdot N_{x2} \cdot \ldots \cdot N_{xm} \cdot N_y$ – число функций принадлежности для задания входных и выходных переменных ($N = 81$) [3]. Поскольку изначально сформированная база правил является избыточной – с одинаковыми предпосылками и разными заключениями, то набор правил был оптимизирован на основе экспертной информации, в результате чего была сформирована база из 17 правил. Экспертные нечеткие базы знаний приведены в табл. 2. Элементы антецедентов нечетких правил связаны логической операцией И, весовые коэффициенты каждого из правил равны 1.

На этапе фаззификации происходит установление соответствия между конкретным значением отдельной входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей терма входной лингвистической переменной.

В качестве терм-множества для входных лингвистических переменных X_1, X_2, X_3 будут использоваться соответственно множества T_1 = {«низкий», «средний», «высокий»}, T_2 = {«низкая», «средняя», «высокая»}, T_3 = {«низкий», «средний», «высокий»}, а для выходной лингвистической переменной Y_1 будет использоваться множество T_4 = {«низкое», «среднее», «высокое»}.

Таблица 2 – Нечеткая база прави

X_1	X_2	X_3	Y_1
высокий	высокий	высокий	средний
низкий	низкий	низкий	средний
средний	средний	средний	средний
высокий	высокий	низкий	высокий
высокий	высокий	средний	высокий
средний	высокий	низкий	высокий
низкий	низкий	высокий	низкий
низкий	низкий	средний	низкий
низкий	средний	высокий	низкий
средний	средний	низкий	средний
средний	средний	высокий	низкий
низкий	низкий	высокий	низкий
низкий	средний	средний	низкий
низкий	высокий	высокий	средний
низкий	высокий	средний	средний
высокий	средний	низкий	высокий
высокий	средний	средний	средний

Функции принадлежности для входных переменных были построены с использованием метода статистической обработки экспертной информации, а для выходной переменной – на основе метода парных сравнений [4]. При построении применялись следующие кусочно-линейные функции принадлежности – треугольная и трапециевидная, которые изображены на рис. 2.

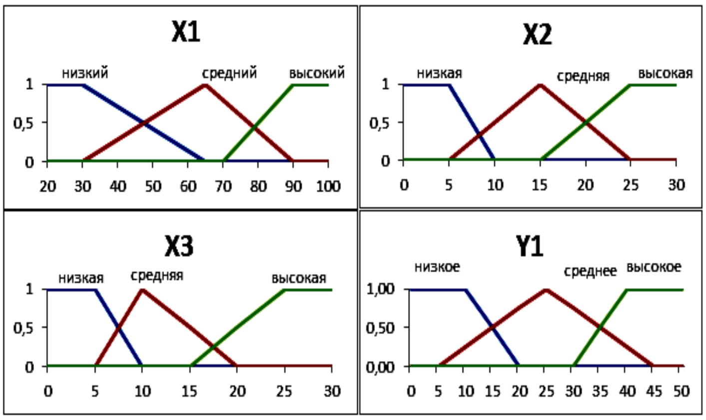


Рисунок 2 – Функции принадлежности лингвистических переменных

С помощью агрегирования были определены степени истинности условий каждого из правил нечетких продукций, используются парные нечеткие логические операции (min-конъюнкции и max-дизъюнкции). Те правила, степень истинности условий которых отлична от нуля, считаются активными и используются для дальнейших расчетов.

Активизация подзаключений в нечетких правилах продукций осуществлена по методу min-активизации, аккумуляция заключений – путем объединения нечетких множеств, дефаззификация выходных переменных – по методу центра тяжести.

Модель нечеткого управления качеством банковских услуг построена на основе экспертных знаний, поэтому необходимо провести обучение модели по экспериментальным данным для обеспечения достоверных результатов и оценить адекватность построен-

ной модели. Для обучения нечеткой модели использовалось 100 пар экспериментальных данных «входы-выход». Были настроены параметры функций принадлежности термов таким образом, чтобы среднеквадратическая ошибка была минимальной [5].

Пример реализации модели в Matlab

Рассмотрим пример реализации разработанной модели в Matlab для следующих значений входных переменных: $x_1 = 60$, $x_2 = 15$, $x_3 = 15$, тогда показатель качества банковских услуг является средним $y_1 = 23{,}9$ (рис. 3).

Предположим, что у банка стоит задача повысить уровень качества банковских услуг до 35 пунктов. При этом изменять показатель стоимости банковских услуг он способен в пределах $X_3 \in [10,30]$, а количество эксклюзивных услуг – $X_2 \in [5,20]$, количество предоставляемых услуг X_1 – фиксировано.

На рис. 4 представлены возможные комбинации факторов X_2 и X_3, обеспечивающие банку уровень качества банковских услуг, равный 35 пунктам, а также комбинации, обеспечивающие текущее состояние финансового учреждения.

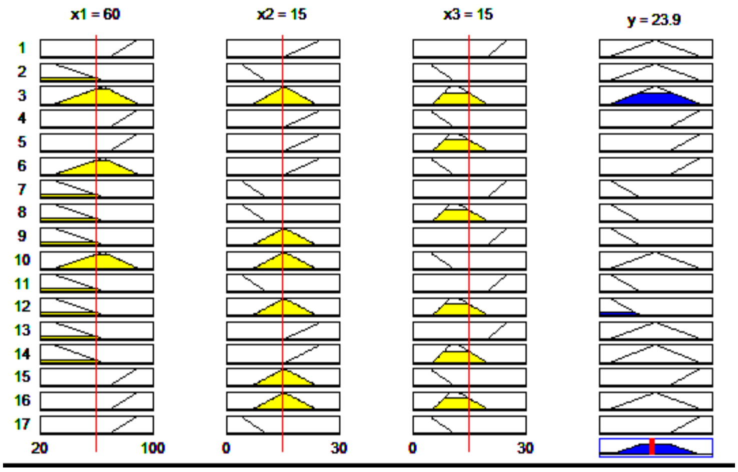


Рисунок 3 – Вывод результатов в Matlab

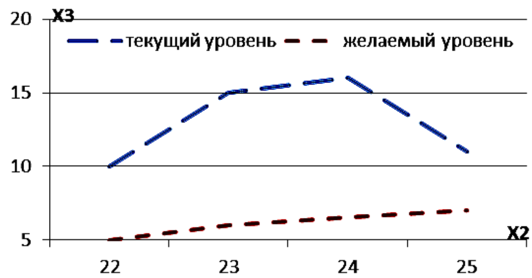


Рисунок 4 – Текущий и желаемый уровни качества банковских услуг

Выводы

Разработанная модель позволяет спрогнозировать показатель качества банковских услуг и управлять данным показателем с помощью таких факторов, как количество предоставленных услуг, эксклюзивность и стоимость услуг. Это позволит менеджменту банка определить соответствующие значения влияющих факторов с целью обеспечения необходимого уровня качества банковских услуг, тем самым обеспечивая себе лидирующие позиции на финансовом рынке с высокой конкуренцией. Перспективой дальнейшего исследования является разработка нечеткой модели конкурентоспособности банка с

добавлением таких факторов, как качество информационных технологий и качество обслуживания, и дальнейшим внедрением в модель интеллектуального управления банковской деятельностью [6].

Литература

1. Хабаров В.И. Банковский маркетинг / В.И. Хабаров, Н.Ю. Попова. – М. : МФПА, 2004. – 164 с.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / Леоненков А.В. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
3. Сергиенко М. А. Методы проектирования нечеткой базы знаний / М. А. Сергиенко // Вестник ВГУ. – 2008. – № 2. – С. 67-71.
4. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей / Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.
5. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / Штовба С.Д. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
6. Замула А.А. Моделирование деятельности банковской системы на макроуровне / А.А. Замула // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 6. – С. 35-38.

Literatura

1. Habarov V. I. Bankovskij marketing. M.: MFPA. 2004. 164 s.
2. Leonenkov A. V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH. SPb.: BHV-Peterburg. 2003. 736 s.
3. Sergienko M. A. Vestnik VGU.2008. № 2. S. 67-71.
4. Borisov A. N. Prinjatie reshenij na osnove nechetkih modelej. Riga: Zinatne. 1990. 184 s.
5. Shtovba S. D. Proektirovanie nechetkih sistem sredstvami MATLAB. M.: Gorjachaja linija –Telekom. 2007. 288 s.
6. Zamula A. A. Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tehnologij. 2011. № 6. S. 35-38.

A.A. Zamula

The Fuzzy Control Model of the Banking Services Quality

One of the key factors in formation of strategic competitive advantage in the credit market is the provision of better quality compared to competitors.

The importance of bank management institutions development and new methods of analysis and forecast can't suit current conditions. That's why during the last decades the amount and scales of bank crises substantially increased all over the world. Since the most banking processes poorly formalized, they cannot strictly be described by mathematical models. Under these conditions, when use of traditional approaches, it is difficult to obtain an adequate model of competitiveness. So it is essential to use the modern systems and aids of artificial intelligence, namely the fuzzy logic tools.

The developed model allows to predict the quality index of banking services and manage the data index by such factors as the number of services provided, exclusivity and service charge. This will allow the management to determine the corresponding values of the influencing factors in order to provide the required level of banking services quality, thus ensuring a leading position in the financial markets with high competition. The prospect of further research is to add in the developed model such factors as the information technology quality and service quality and the further integration in the intellectual management bank activity system.

.

Статья поступила в редакцию 06.04.2012.